



學生於期末成果發表會時與其製作的骨骼標本合影，筆者（前排左邊數來第三位）手中拿便的是豬首標本

動物骨骼標本製作與探究教學——豬首篇

文／馬瑪宣

本文以「豬首」為例，就常見並容易取得的動物遺體，讓教師能規劃一個學期的課程，引導學生親自解剖動物，實際看到動物的骨骼結構以及生理構造後，共同討論，開發製作標本的流程與方法，一步步將骨骼標本製作成功。也培養學生建立保護動物、尊重生命、愛惜地球資源的觀念。

多年來一直想要開設一門生物課程，可以讓我與學生在一起探索、一起從實作中邊做邊學，開發新實驗題材及技術。一番構思後，我終於在 2013 年開設了「動物骨骼標本製作課程」。每個學期隨著學

生找來不同的骨骼材料，都是一個新的挑戰，我和學生共同研究，找尋最適合在課堂上做成標本的方法。看到一個有創意的動物骨骼標本的誕生，是教導這課程最開心和有成就感的回報！

骨骼類標本製作方法

（一）通用版骨頭製作法

大部分生物的骨頭部分，都可以依循以下的通用版製作原則（圖 2）做成骨骼標本，但是每一種骨骼標本，都有其特殊之處，也就是還要配合專屬小技巧，以下將以豬首骨骼標本的製作為例，做進一步說明。

（二）骨骼標本製作步驟



圖 2. 骨骼標本製作流程圖

骨骼標本製作實例—豬首標本（拼骨標本入門款）

（一）製作方向

豬首之所以列為各種骨骼標本的入門款，是因為它的製作時間相對短很多，需要的技巧也是相對少很多。一般而言，脊椎動物的頭骨，骨頭與骨頭之間癒合，也就是說有幾塊骨頭原本就黏在一起，因此把骨頭之間的結締組織去除的過程，並不會把豬的數塊頭骨分開。在拼骨的過程中，就少掉了拼這幾塊骨頭的時間，相對位置也不會跑掉，所以一開始的拼骨課程，可以先讓學生製作一個豬首骨，作為入門的練習。

(二) 製作流程

1. 取得動物遺體

從市場買新鮮的完整豬首一個。

2. 去除肉、內臟以及所有貼附在骨頭上的結締組織

去除豬的耳朵、鼻子、眼睛，盡量剔除在頭骨上所有的肉。可以用菜刀，因為解剖刀對於體積龐大的豬首，可能一節課只取出一對眼睛。因此，教師可以事先準備一些廚房用菜刀，供學生課堂使用，或者可以請學生在家裡處理，把所有的肉和組織去除。但是缺點是，少了解剖的現場實作過程。建議在解剖前利用一節課，先觀察頭蓋骨、耳朵、眼睛、鼻腔、枕骨大孔等構造一般課堂學不到的知識，再將其所有的肉和內臟去除（圖 3）。



圖 3. 去除豬首的耳朵及所有在頭上的肉

3. 浸泡、蛆蛆吃腐肉

(1) 用肥皂水（水 5000 毫升加入 30 克肥皂粉），將整個頭骨淹沒，放在實驗室通風處或找其他適宜的場所，去除肉上面以及骨頭裡的油脂，每天都要加水，且每 1～2 天換肥皂水一次，務必讓肥皂水淹過豬首骨

（圖 4），不可以讓肉乾掉。肉乾掉之後，會呈現像臘肉一般顏色，又乾又硬，再也去除不掉（圖 5），若肉去除不完整，只好重做。重複此浸泡，與剔肉的過程，才會讓白皙的骨頭慢慢露出來。



圖 4. 將去肉的豬首泡肥皂水



圖 5. 泡肥皂水時，水面會漂浮一層浮油，每天要加水，才不會乾掉，乾掉的頭骨會很難處理

(2) 有蒼蠅來下蛋，出生的蛆蛆會把肉吃得乾乾淨淨，記得在蛆蛆變黑，成長成蒼蠅前要換掉水（大約 3 天）。肥皂水浸泡數週後，肉慢慢軟爛，腦部的組織也會漸漸化掉（圖 6，頁 34）。



圖 6. 肥皂水浸泡約 6 週後肉慢慢軟爛，腦部的組織也會漸漸化掉

- (3) 重複步驟 1 ~ 2 直到整個頭骨露出，上下頷斷裂。再用牙刷沾強力潔牙粉幫豬首刷牙和洗澡（圖 7）。



圖 7. 用牙刷沾強力潔牙粉幫豬首骨刷牙和洗澡

4. 脫脂與漂白

等到肉和結締組織完全去除之後，用 10% 雙氧水(漂白用) + 肥皂水(水 5,000 毫升加入 30 克肥皂粉，去除脂肪用) 浸泡，每天都換乾淨的 10% 雙氧水 + 肥皂水。骨骼組織內的骨髓含大量的脂肪，務必完全除去，否則之後變黃變臭，所以骨骼標本必須要作脫脂及漂白。

5. 風乾、拼骨與塗亮光漆

漂白後的頭骨自然風乾（圖 8），按照每一節課拍的拼骨處理照片，把每一塊處理好的豬骨按照相對位置先拼在一起。稍微固定位置之後，用 AB 膠或瞬間膠相黏（圖 9）。用銼刀將骨頭表面磨至光滑，並塗甲油等亮光漆（圖 10），每一



圖 8. 將每一塊豬首骨自然風乾



圖 9. 用 AB 膠或瞬間膠將數塊頭骨黏合



圖 10. 將漂白、自然風乾後的頭骨用銼刀磨平，並上亮光漆

個縫隙務必都要塗到漆，這樣骨頭才不會因為接觸氧而變質。不要用太便宜的指甲油，例如 10 元商店賣的指甲油，有嗆鼻的味道，會使骨頭變質。可以到屈臣氏等藥妝店買品質較有保證的透明指甲油。

用電鑽在上下頷的接縫處，各鑽一個洞穿上釣魚線，並用此線將上下頷左右固定（圖 11～12）。可以對照原本豬首遺體，以及標本製作完成後的照片，就眼睛、耳朵、鼻子的孔洞位置比對，會發現拼骨前、拼骨後真的是差異很大，骨頭會告訴你它的故事喔（圖 13）！



圖 11. 將上、下頷連接處鑽孔，用釣魚線穿過孔洞並固定



圖 12. 頭骨用釣魚線固定好之後就可以上下開合



圖 13. 拼骨前的豬首遺體器官（左）與拼骨後的豬首標本（右）對應位置

6. 裝置及整形

找適合的箱子放骨骼標本，白帥帥的豬首骨標本就完成囉！而根據不同的動物生前生存環境，可以幫它布置一個合適的家，或者是擺漂亮的姿勢，可以做為永恆的紀念。例如鱷魚生存的環境在沼澤，就幫牠的家布置成沼澤的樣子。

參觀動物標本館

如果條件允許的話，筆者建議各位老師可以在一個學期中，就近安排一次標本博物館參觀。以筆者服務學校附近為例，位於國立臺灣大學生命科學館一樓的「臺大動物博物館」，有專人解說動物標本的故事，星期一至五的早上或下午皆可預約 1～2 小時的解說，還可以看到各種大型

動物骨骼標本（如鯨魚），或是較為稀有的鳥類標本（圖 14）。在參觀標本館時，學生可以眼見為憑，看看多種動物標本的成品，與其擺放及保存的方式，對於自己正在進行的標本製作，增添了許多靈感與想像空間。如此一來，拼骨課程也變得更加多元與活潑。因此建議可以在一個學期的課程中，安排一次校外動物標本館參觀的校外教學活動。



圖 14. 筆者帶領學生於臺大動物標本館專心聆聽標本的故事

拼骨課發表

學期結束前，原則上可以安排一週，兩節課的拼骨成果發表會，請學生事先做好 power point 檔案發表時用，內容包含這整個學期的生物材料取得、拼骨流程，以及心得感想。另外各組秀出自己的拼骨成

品，教師可以設計自評、互評的表格，讓全班學生氣氛炒熱，營造一場選秀大賽的熱鬧氛圍。（圖 15）

還有，建議可以讓學生用課堂所拍攝的照片製作影片，用 iPhone 手機內建的 iMovie，方便又容易上手，還可以加上背景音樂，以及酷炫的開場，筆者自己試做



圖 15. 拼骨成果發表會現場照片，學生介紹一整個學期拼骨的過程點滴，與製作心得，也展示小組所做的豬首骨標本

了好幾個教學影片，加上旁白錄製，只要約 1 小時就錄完一片片長 3 分鐘的過程簡介影片，好玩又很有成就感喔！

課程實施注意事項

- 基本上拼骨課程所用動物遺體來源，是自然死亡的動物，或本身是食用級肉品。要秉持愛護動物，尊重生命的原則，進行拚骨實作課程。此外，動物的來源，不要是生病死亡的動物，因為其中的肉體，可能存在有一些不可預知的傳染病病原體，要特別留意實驗室師生的安全與健康。
- 在處理遺體的過程中，必須注意環境衛生，在浸泡遺體的過程中，要 1～2 天勤換浸泡水，避免惡臭。這樣的課程才會廣受歡迎，因為並非每一個人都可以接受這樣的拚骨課，如果味道惹人討厭，蛆蛆孵化後變成蒼蠅滿天飛，大概下學期就惡名昭彰，會停止開課。
- 在此分享幾個之前遇到的實際案例，有一個學生，在處理青蛙骨髓的過程中，大拇指被解剖針刺到了，結果傷口感染，得了蜂窩性組織炎，數週後才痊癒。在第一次做福馬林塗鱷魚皮標本的時候，我並沒有意識到福馬林的揮發性那麼強，結果半個小時的塗抹福馬林，使得學生流淚不止，還好及時處理，沒有造成大礙。
- 在禽流感流行的時候，儘量不要接觸禽鳥類的遺體。有一次學生在路上撿到斑

鳩的屍體，我就請他們不要近距離接觸死亡的鳥禽類，直接按照處理程序丟棄。另外，因為雞的骨骼裡骨髓很多，脂肪也多，而不像會飛鳥禽的骨骼是中空的，所以雖然很容易取得雞的遺體，但不建議做雞的骨骼標本。

5. 在黏骨的步驟中，有一些拼骨的網站或部落格會建議用熱熔膠，以個人的經驗而言，熱熔膠雖然可以很快地達成黏合的目的，而且可以將骨頭間的縫隙填充，可是一不小心就擠出一大堆，結成一球一球的，非常難看，因此建議用 AB 膠，或瞬間膠加上透明釣魚線取代之。
6. 在此解釋為何軟骨會化掉：軟骨的組成主要是軟骨黏蛋白、膠原蛋白和軟骨硬蛋白等會腐爛的物質，無法像硬骨一樣含有一些無機物，如氫氧機磷灰石、鈣、磷等，而可以永遠留存。因此去除軟骨之後，骨頭和骨頭的接合處就會有空隙，例如關節處的軟骨，椎間盤等。如果沒有考慮這些軟骨所佔的空間，拼出來的骨頭就會好像少掉一節連接點。

結語

動物拼骨課程是筆者有史以來見過，學生比老師忙碌的實作課。通常教科書之外的實作課或實驗課都是老師事前準備半天，還要自己試做一次，看看是否萬無一失，實際課堂上是否會出包等。事前準備、課堂管理、加上事後收拾，工作量都很累人。拼骨課是學生準備，學生做標本，學生下課前 20 分鐘開始收拾，自己收乾淨，浸泡標本，打包垃圾。但是，每一堂課都是一場非常精彩的體驗，每節都會發現新大陸。老師提供專業知識（但事先要做一些功課），幫忙拍照，必要時適時給

予專業協助及回答問題，一個學期做 1～2 個標本，就已經讓學生忙到翻掉，但是玩的不亦樂乎，又學到平常書本沒教的事。可以從拼骨入門款—豬首標本開始，大推拼骨實作課！

補充說明

有的拼骨文章或部落格，會教導將骨頭先煮水的方式。但是依據筆者實驗多次後，個人認為，如此的方式一來高溫烹煮會破壞骨頭，二來，肉一旦高溫烹煮之後，就較不易腐爛，因為細菌都被殺死了，不易腐化。因此，建議採用讓蛆蛆或腐生菌慢慢啃食，來腐化動物遺體上的肉或內臟組織，如此反而能較快完全去除骨頭以外的組織，而且能保住骨頭的完整性。有一組做羊頭的學生，嘗試用烹煮法去肉，結果每一堂課都有切不完的肉，後來想辦法用其他來源的生肉養蛆，再放入羊頭肥皂水中啃食，結果蛆蛆都不吃。一整個學期下來，有 3/4 的課堂都在去肉，浪費大部分時間，也沒有完成標本。最後的成果是有多處腐化不掉的肉屑羊頭，也就無法完成骨骼標本成品。

延伸閱讀

1. 「臺大動物博物館」網址
http://www.museums.ntu.edu.tw/museums_zoology.jsp
2. iMovie 手機板影片剪接方法參考網址：
<https://www.youtube.com/watch?v=h-4GIFu67B4>

附表 每週教學進度僅供參考，建議依照骨骼標本的複雜程度，增加或減少處理以及拼骨的時間。

每週進度（以 18 週為例）

週次	單元主題	內容綱要／教學重點	作業／學習單	評量方式
1	課程介紹	初步介紹拼骨標本以其注意事項		
2	拼骨實例介紹	介紹各種拼骨方法 選擇作骨骼標本的方式	學習單	
3	找遺體	找尋動物骨頭來源		
4	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 以蛆蛆吃腐肉		
5	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 以蛆蛆吃腐肉		
6	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 以蛆蛆吃腐肉		
7	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 骨頭漂白		
8	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 骨頭漂白		
9	處理遺體	剔肉 + 洗骨頭 + 骨頭漂白		
10	拼骨	把一塊塊骨頭按照每一堂課的照片 還原到本來的位置		骨骼標本初處理
11	拼骨	把一塊塊骨頭按照每一堂課的照片 還原到本來的位置		
12	黏骨	用瞬間膠、AB 膠、釣魚線把骨頭黏 起來		
13	黏骨	用瞬間膠、AB 膠、釣魚線把骨頭黏 起來		
14	黏骨	用瞬間膠、AB 膠、釣魚線把骨頭黏 起來		
15	美學設計	依照骨頭的種類與結構擺姿勢		骨骼標本
16	資訊處理	製作拼骨流程 ppt		
17	資訊處理	以威力導演、小影、iMovie 等影片 剪輯軟體製作影片		影片
18	影片發表	每一組發表其拼骨成品，ppt，製作 影片流程等		課堂發表

馬瑪宣

臺北市私立復興實驗中學生物科教師